

Amendments to the Drawings:

Please replace sheet 1 of the drawings with the attached replacement sheet 1. The replacement sheet incorporates the desired changes in the drawings, and each sheet includes all of the figures that appeared on the immediately prior version of that sheet. No new matter is added.

Attachment: Replacement Sheet 1.

Remarks:

These remarks are responsive to the Office action dated June 19, 2007. Prior to entry of this response, claims 14-33 were pending in the application. By way of this response, claims 14-16, 22, 24, 26, and 31 are amended. Applicant respectfully requests reconsideration of the application and allowance of the pending claims.

Allowable Subject Matter

Claims 24 and 25 are indicated to be allowable if rewritten in independent form. Applicant thanks the Examiner for the indication of allowable subject matter. Claims 24 is rewritten herein in independent form, and 25 depends therefrom.

Formal Matters

The drawings are objected to under 37 CFR 1.83(a). Fig. 1 is now amended to schematically demonstrate a cross slide linear system movable in a selectable direction or along a selectable guide system with respect to the position of the robot that transfers the corresponding position coordinates to the robot. This material was disclosed in the application as filed, and is therefore not new matter. Further, the paragraph in the specification beginning at page 3, line 11, has been amended to incorporate this material, which was disclosed in original claim 13. This paragraph now recites, in relevant part:

"The at least one bending device can preferably be controlled manually and/or mechanically so as to move back and forth with respect to the robot on a cross slide, a track system, a linear system or the like in a selectable direction or along a selectable guide system with respect to the position of the robot, as indicated in dashed lines at 12, the corresponding position coordinates being transferred to the robot 3, as indicated in dashed lines at 13."

As this material was disclosed in original claim 13, no new material is added.

Rejections under 35 U.S.C. § 112

Claim 30 is rejected under 35 U.S.C. 112, first paragraph, as failing to comply with the enablement requirement. The Examiner asserts that the disclosure failed to provide details of a cross slide that also transfers its coordinates to the robot, which is claimed in current claim 30. The specification and the figures are now amended to schematically indicate a cross slide that also transfers its coordinates to the robot. The support for the amended Fig. 1 and specification is found in original claim 13. No new matter has been added.

Claims 22 and 26 are rejected under 35 U.S.C. 112, second paragraph, as being indefinite. To address the Examiner's concern, claim 22 is now amended to read:

"The process according to claim 21, wherein the bending devices comprising roller bending heads, right-hand/left-hand bending heads, and bending devices with mandrel devices."

Further, claim 26 is now amended to read: "The process according to claim 14, wherein the workpiece is delivered to another robot, a conveyor belt, a machine, or a storage area."

Rejections under 35 U.S.C. § 102

Claim 31 is rejected under 35 U.S.C. 102(b) as being anticipated by U.S. Patent Number 6,474,131 (Torvinen). Claim 31 is rejected under 35 U.S.C. 102(b),(e) as being anticipated by U.S. Patent Number 6,722,178 (Ito). Applicant traverses the Examiner's rejections, but nonetheless amends claim 31 to further prosecution.

Claim 31 is not anticipated by Torvinen or Ito for at least the reason that neither Torvinen nor Ito teaches continuously feeding the workpiece to the bending device during bending, as recited in claim 31. Instead, both Torvinen and Ito would require removal and refeeding to perform further bending.

In particular, Torvinen requires feeding to be stopped to perform bending. For example, Torvinen teaches in column 4 line 55 to column 5 line 7 that the

sheet is “unloaded” after a single bend is formed. Further, Ito only teaches picking up a sheet, presenting the piece of sheet to a bending press, and during bending cycle changing the pick-up member of the manipulator 10, for example in the paragraph starting on column 4 line 1.

Therefore, the rejections of claim over Torvinen and Ito should be withdrawn.

Rejections under 35 U.S.C. § 103

Claims 14-20, 23, 26-29, 32, and 33 are rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Ito. The Examiner asserts that while Ito does not indicate that rotation of the workpiece is performed at the bending station, it is obvious to the skilled artisan having the benefit of the Ito teaching that such would have been envisioned by Ito because the robot 10 has articulated arms that are rotatable about axes 16, 20, 25, 28 and 36.

Applicant respectfully traverses the Examiner’s rejections for at least the reasons that the Examiner is using Applicant’s teachings against the applicant, and that no cited reference discloses feeding a workpiece to a bending device during bending. Nevertheless, Applicant herein amends independent claims 14 and 31, from which claims 15-20, 23, 26-29, 32 and 33 depend, to further prosecution. Applicant notes that amended claim 14 conforms in scope with the issued claims of European Patent No. EP 1 651 367 B1, to which the present application claims priority. A copy of the issued European claims is attached as Appendix A.

Claims 14-20, 23, 26-29, 32 and 33 as amended are not unpatentable over Ito for at least the following reasons. First, Ito does not teach or suggest further feeding the workpiece to the bending device and rotating the workpiece radially for further bending, as claimed in amended claims 14-20, 23, 26-29. Ito also does not teach continuously feeding the workpiece to the bending device during bending, as claimed in claims 32 and 33. Instead, the bending press 46 of Ito clamps down on the workpiece during bending, so that the robot of Ito cannot feed the workpiece during bending. In addition, as the bending press 46 of Ito

clamps down during bending, it presses down on the portion of the workpiece beyond the bending area of the workpiece, making it difficult for the workpiece to be further fed into the bending press 46 for further bending. Therefore, these claims are not obvious over Ito. Applicants respectfully request the rejections of claims 14-20, 23, 26-29, 32 and 33 to be withdrawn.

Next, claims 21 and 22 are rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Ito in view of U.S. Patent Number 4,989,444 (Murakami). It is asserted that Ito shows that the bending is performed at one bending device 46 and Murakami shows bending at a succession of bending devices in Fig. 10 so as to perform the bending at successive stations in a line operation. It is further asserted that it would have been obvious to the skilled artisan at the time of the invention to have modified Ito's device by providing a succession of stations using the concepts taught by Murakami so as to perform different bending at each station.

Applicant respectfully traverses the rejections, but nonetheless amended the independent claim 14 from which claims 21 and 22 depend from to further prosecution. Claims 21 and 22 are not rendered obvious over Ito in view of Murakami for similar reasons as provided above in reference to rejections to claims 14-20, 23, 26-29, 32 and 33. Neither the bending device 46 of Ito, nor the press brake 1 of Murakami, which has similar configuration as the bending press 46 of Ito, allows a workpiece to be feed continuously or batch-wise during bending or to be feed further into the bending device for further bending. The bending device 46 and the press brake 1 clamps down on the portion of the workpiece beyond the bending area during bending, making it difficult to feed the workpiece during bending, as well as to further feed the workpiece into the bending device 46 and the press brake 1 for further bending. Therefore, claims 21 and 22 are not obvious over Ito in view of Murakami. Applicant respectfully requests the rejections of claims 21 and 22 to be withdrawn.

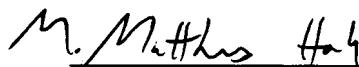
Conclusion

Applicant believes that this application is now in condition for allowance, in view of the above amendments and remarks. Accordingly, Applicant respectfully requests that the Examiner issue a Notice of Allowability covering the pending claims. If the Examiner has any questions, or if a telephone interview would in any way advance prosecution of the application, please contact the undersigned attorney of record.

Please charge any cost incurred in the filing of this Response, along with any other costs, to Deposit Account No. 503397.

Respectfully submitted,

ALLEMAN HALL MCCOY RUSSELL & TUTTLE LLP



M. Matthews Hall
Registration No. 43,653
Customer No. 50488
Attorney/Agent for Applicant/Assignee
806 S.W. Broadway, Suite 600
Portland, Oregon 97205
Telephone: (503) 459-4141
Facsimile: (503) 459-4142

Appendix A – Issued claims for European Patent No. 1 651 367 B1



(11) EP 1 651 367 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.04.2007 Patentblatt 2007/18

(21) Anmeldenummer: 04740963.6

(22) Anmeldetag: 13.07.2004

(51) Int Cl.: B21D 43/10 (2006.01) B21D 7/12 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/007730

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/016574 (24.02.2005 Gazette 2005/03)

(54) VERFAHREN ZUM BIEGEN VON WERKSTÜCKEN

METHOD FOR BENDING WORKPIECES
PROCÉDÉ DE CINTRAGE DES PIÈCES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: 05.08.2003 DE 10336554
15.03.2004 DE 102004012771

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.05.2006 Patentblatt 2006/18

(73) Patentinhaber: Rosenberger AG
99510 Apolda (DE)

(72) Erfinder: ROSENBERGER, Gerhard
78148 Güttenbach/Neusack (DE)

(74) Vertreter: Weiss, Peter
Dr. Weiss, Brecht, Arzt
Zepelinstrasse 4
78234 Engen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 554 533 FR-A- 2 747 598
US-A- 5 182 936 US-A- 5 187 858

EP 1 651 367 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgabühr ertrittelt worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 651 387 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Biegen von Werkstücken, insbesondere von Rohren, Drähten, Stangenmaterialien, Halbzeugen, Blechen od. dgl. mit zumindest einer Biegeeinrichtung.

5 [0002] Bei herkömmlichen Verfahren zum Biegen von Werkstücken wird mittels einer Zuführeinrichtung beispielsweise mittels eines Kreuzschlittens das zu verformende Werkstück einem Biegekopf einer Biegemaschine zugeführt. Dabei wird das Werkstück mittels einer Spanneinrichtung, beispielsweise einer Spannzange aufgenommen und mittels des Kreuzschlittens dem Biegekopf zugeführt. Nachteilig hierbei ist, dass ein Einlegen des Werkstückes, ein Einrichten des Werkstückes auf die Biegeeinrichtung zeitaufwendig ist.

10 [0003] Ferner ist nachteilig, dass bei einem herkömmlichen Verfahren zum Biegen von Werkstücken ein manuelles Einlegen in die Biegeeinrichtung bzw. Biegemaschine erforderlich ist. Auch ein Entnehmen und ein Zuführen der Werkstücke einer Endkontrolle folgt meistens in manueller Weise.

15 [0004] Auch ist im Stand der Technik bekannt, dass bspw. mittels eines herkömmlichen Roboters eine Spanneinrichtung bzw. eine Spannzange einer Biegemaschine mit Werkstücken bestückt wird, die dann in der Biegemaschine fertiggestellt werden. Auf diese Weise ist die Einsatzmöglichkeit einer Biegemaschine beschränkt.

[0005] Zudem müssen die Werkstücke in einer Biegemaschine gebogen bzw. umgeformt werden. Sollten andere Biege- und Umformprozesse erforderlich sein, so wird das Werkstück einer weiteren Biegeeinrichtung zum weiteren Bearbeiten zugeführt. Dabei erfolgt keine exakte Endkontrolle des Biegezustandes im Prozess.

20 [0006] Die EP-A-554533 wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 1 angesehen. Sie offenbart ein Verfahren zum Biegen von Werkstücken mit einer Biegevorrichtung (12,13), wobei eine Roboterarm (11,112) das zu verformende Werkstück aufnimmt und der Biegeeinrichtung (12,13) zuführt. Die Biegeeinrichtung (12,13) ist ortsfest gegenüber einem Untergrund angeordnet. Der Roboter hält das Werkstück während des Biegens fest (Spalte 2, Zeilen 5-6). Zum weiteren Biegen wird das Werkstück der Biegeeinrichtung (12,13) weiter zugeführt und gegebenenfalls radial verdreht (Spalte 3, Zeilen 51-57).

25 [0007] In Spalte 2, Zeilen 5-6, wird angegeben, daß der Roboter während des ganzen Verfahrens das Werkstück nicht löst. Damit ist ebenfalls offenbart, daß der Roboter das Werkstück während dem Zuführen in die zumindest eine Biegeeinrichtung während des Biegens festhält.

[0008] Die FR 2 747 589 A offenbart eine Biegemaschine, welcher ein Roboterarm zugeordnet ist. Der Roboterarm entnimmt ein zu verformendes Rohr um dieses einem Biegekopf zum Biegen zuzuführen.

30 [0009] Ähnliche Handlingsysteme sind aus der US 5,187,958 A sowie der US 5,182,936 A offenbart. Dort werden über entsprechende Arme Greifeinrichtungen vorgesehen, die dem Entnehmen von Werkstücken dienen.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Biegen von Werkstücken, insbesondere von Rohren, Drähten, Stangenmaterialien, Halbzeugen od. dgl. zu schaffen, welches die genannten Nachteile beseitigt und mit welchem zeit- und kostengünstig Werkstücke in einem Arbeitsgang umgeformt oder gebogen werden und ggf. eine Endkontrolle unmittelbar nach dem Biegen optimiert erfolgt.

35 [0011] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst.

[0012] Beider vorliegenden Erfindung hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, mittels eines Roboters ein Werkstück aufzunehmen und dieses einer Biegeeinheit, bestehend aus zumindest einer Biegeeinrichtung zuzuführen. In der Biegeeinrichtung wird dann das Werkstück unter permanenter oder schubweise Zuführung mittels des Roboters verformt bzw. gebogen.

40 [0013] Dabei wird das Werkstück unmittelbar vom Roboter bzw. einem Greifarm eines Roboters aufgenommen und einem Biegekopf der Biegeeinrichtung direkt zugeführt. Dabei kann der Roboter mit dem entsprechenden Greifarm das Werkstück entsprechend radial verdrehen, sollte dies erforderlich sein. Eine herkömmliche Spanneinrichtung bzw. eine herkömmliche Spannzuführseinrichtung kann dadurch entfallen.

[0014] Dabei wird das Werkstück unmittelbar vom Roboter bzw. einem Greifarm eines Roboters aufgenommen und einem Biegekopf der Biegeeinrichtung direkt zugeführt. Dabei kann der Roboter mit dem entsprechenden Greifarm das Werkstück entsprechend radial verdrehen, sollte dies erforderlich sein. Eine herkömmliche Spanneinrichtung bzw. eine herkömmliche Spannzuführseinrichtung kann dadurch entfallen.

45 [0015] Nach dem Biegen eines bestimmten Bereiches lässt sich das Werkstück mittels des Roboters bzw. dessen Greifarm, aufnehmen, um bspw. umgekehrt dieses wieder in die Biegeeinrichtung bzw. dessen Biegekopf direkt einzuspannen, um bspw. ein anderes Ende eines Werkstückes zu bearbeiten. Dies ist nach dem herkömmlichen Biegeverfahren nicht möglich.

50 [0016] Dabei wird das Werkstück mittels des Roboters aus einem Vorratsbehältnis entnommen und der Biegeeinheit bzw. der zumindest einer Biegeeinrichtung zum Verformen oder Biegen zugeführt. Nach dem Biegen kann das gebogene Werkstück einer Ablage zugeführt werden. Der Roboter greift dann ein neues zu verformendes oder zu biegendes Werkstück aus dem Vorratsbehältnis und führt dieses permanent oder schubweise wieder der zumindest einen Biegeeinrichtung zu. Dabei kann der Roboterarm, insbesondere dessen Greifeinrichtung ein permanentes Zuführen und radiales Verdrehen des Werkstückes während des Biegeprozesses in der Biegeeinheit übernehmen.

55 [0017] Als Biegeeinrichtungen können Rollbiegeköpfe, Rechts-/Linksbiegeköpfe, sowie Biegeeinrichtung mit Dorneinrichtungen, Abkanteinrichtungen od. dgl. in einer Biegeeinheit zusammengefasst sein, welche stationär gegenüber einem Untergrund angeordnet sind.

[0018] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung soll jedoch auch liegen, dass die Biegeeinrichtung gegenüber einem

EP 1 651 367 B1

Untergrund und insbesondere gegenüber dem Roboter verfahrbar ist. Vorzugsweise kann die zumindest eine Biegeeinrichtung gegenüber dem Roboter auf einem Kreuzschlitten, einem Schienensystem, einem Linearsystem od. dgl. manuell und/oder automatisch steuerbar hin- und herbewegbar sein.

5 [0019] Auf diese Weise lassen sich unterschiedlich grosse bzw. unterschiedlich lange Werkstücke unterschiedlichster Art mit dem vorliegenden Verfahren bearbeiten. Auch sehr lange Rohre können hierdurch entsprechend des Roboters aufgenommen und in der Biegeeinrichtung gebogen werden, indem der Roboter direkt den Biegeköpfen der Biegeeinrichtung das verformende Werkstück zuführt. Dies soll ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegen.

10 [0020] Als Vorratsbehältnis kann kein Fließband, ein Aufnahmehbehältnis, eine Maschine, wie beispielsweise eine Abstangemaschine oder ein Übergaberoboter dienen, der das Werkstück zum Verformen dem Roboter übergibt oder zur Verfügung stellt.

15 [0021] Nach dem Verformen oder Biegen des Werkstückes über gibt dann der Roboter das fertiggestellte Werkstück einer Ablage, die ein Fließband, ein Vorratsbehältnis, eine Maschine zur weiteren Bearbeitung oder ein Übergaberoboter sein kann, um das fertiggestellte Werkstück einer weiteren Verarbeitung zuzuführen. Hierauf sei die Erfindung nicht beschränkt.

20 [0022] In einem erweiterten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann nach dem Fertigstellen des Werkstückes der Roboter das Werkstück einer Masselinrichtung zuführen bzw. das fertiggestellte Werkstück entlang der Masselinrichtung führen, so dass die vollständige Kontur des fertiggestellten Werkstückes in drei Ebenen als Ist-Wert aufgenommen und mit einem hinterlegten Soll-Wert verglichen wird. Hierdurch erfolgt automatisch nach dem Biegen und Umformen des Werkstückes eine Endkontrolle. Sollte das Werkstück nicht dem Soll-Wert oder dessen Toleranzbereich entsprechen, so kann ein Nachbiegen erfolgen, in dem der Roboter das Werkstück zum Nachbiegen der Biegeeinheit ansetzt zuführt. Erst nach erneuter positiver Kontrolle in der Masselinrichtung wird dann das Werkstück der Ablage zur weiteren Verarbeitung oder Bearbeitung übergeben.

25 [0023] Bei der vorliegenden Erfindung hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass auf sehr schnelle Weise ein Werkstück vollautomatisiert in einen Fertigungsprozess eingebunden von einem Vorratsbehältnis entnommen werden kann, in der Biegeeinheit bzw. der zumindest einen Biegeeinrichtung umgeformt oder gebogen werden kann und dann ggf. nach erfolgter Zwischenkontrolle einer Ablage zugeführt werden kann. Hierdurch können erhebliche Fertigungskosten sowie auch Herstellungskosten der Anlage zum Verformen und Biegen von Werkstücken eingespart werden.

30 [0024] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in

Figur 1 eine schematisch dargestellte Draufsicht auf eine Anlage zum Biegen von Werkstücken;

Figur 2 eine schematisch dargestellte Ansicht der Anlage gemäß Figur 1 als weiteres Ausführungsbeispiel.

35 [0025] Gemäß Figur 1 weist eine erfindungsgemäße Anlage R, zum Biegen von beliebigen Werkstücken 1 ein Vorratsbehältnis 2 auf, in welchem eine Mehrzahl von Werkstücken 1 gelagert sind. Unter dem Vorratsbehältnis 2 kann auch ein Fließband, welches beispielsweise eine Mehrzahl von Werkstücken, die ggf. vorbearbeitet wurden, verstanden werden.

40 [0026] Das Vorratsbehältnis 2 kann auch ein Roboter od. dgl. Förderanrichtung sein, welches die zu verformenden oder zu biegenden Werkstücke 1 der Anlage R, zur Verfügung stellt.

45 [0027] Wesentlich ist bei der vorliegenden Erfindung, dass der Anlage R, zumindest ein Roboter 3 zugeordnet ist. Der Roboter 3 weist einen in mehreren Teilstücken untergliederter Roboterarm 4 mit einer endseitigen Greifeinrichtung 5 auf. Mit der Greifeinrichtung 5 ergreift der Roboter 3 das zu verformende bzw. zu biegende Werkstück 1 und führt dieses nach dem Entnehmen aus dem Vorratsbehältnis 2 der zumindest einen Biegeeinrichtung 6 zu.

50 [0028] Es können mehrere Biegeeinrichtung 6 unterschiedlicher Art, je nach Anforderung des zu biegenden Werkstückes, als Biegeeinheit 7 zusammengefasst sein. Dabei können die einzelnen Biegeeinrichtungen als beispielsweise Rollbiegeköpfen, Rechts- und/oder Linksbiegeköpfen, Abkanteneinrichtungen od. dgl. ausgebildet sein, um ein Werkstück auf unterschiedliche Weise zu verformen.

55 [0029] Wichtig ist dabei, dass die Zufuhr in angedeuteter X-Richtung sowie das Verdrehen des Werkstückes 1 um die Werkstückachse in dargestellter Doppelpfeilrichtung Y mittels des Roboters 3, insbesondere des Roboterarmes 4 und dessen endseitig angeordneter Greifeinrichtung 5 erfolgt. Das Werkstück 1 wird mittels des Roboters 3 der zumindest einen Biegeeinrichtung 6 der Biegeeinheit 7 zugeführt, dort gebogen, nach dem Biegen weiter in X-Richtung für eine erneute Biegung der zumindest einen Biegeeinrichtung 6 zugeführt. Dabei folgt permanent ein Vorschub in X-Richtung und/oder eine radiale Verdrehung des Werkstückes 1 mittels des Roboters 3 um das Werkstück 1 umzuformen bzw. zu verbiegen in Y-Richtung.

60 [0030] Bevorzugt übernimmt der Roboter lediglich die Vorschubfunktion in dargestellter X-Richtung sowie das radiale Verdrehen des Werkstückes 1 in dargestellter Y-Richtung. Auf diese Weise kann ein Werkstück 1 in drei Ebenen verformt, insbesondere verbogen werden.

EP 1 651 367 B1

[0031] Ggf. kann während eines Biegeprozesses bzw. während das Werkstück 1 in Biegeeinrichtung 8 eingespannt ist, der Roboter 3 bzw. dessen Greifeinrichtung 5 das Werkstück 1 an einer anderen Stelle wieder aufnehmen, um den Biegeprozess, wie oben beschrieben, fortzuführen.

5 [0032] Nach dem Biegen wird das fertiggestellte Werkstück 1 mittels des Roboters 3 einer Ablage 8 zugeführt und dort abgelegt. Als Ablage 8 kann ein Fließband, ein Übernahmeroboter, Vorratsbehältnis od. dgl. dienen. Hierauf sei die Erfindung nicht beschränkt.

10 [0033] In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäß Figur 2 ist eine Anlage R₂ beschrieben, die in etwa der Anlage R₁ entspricht. Unterschiedlich ist hier, dass zwischen der Biegeeinheit 7 und der Ablage 8 ein Messeinrichtung 9 zwischengeschaltet ist. Das fertig gebogene oder verformte Werkstück 1 wird mittels des Roboters 3 nach dem Umformen bzw. nach dem Biegen aus der Biegeeinheit 7 entnommen und entlang der Messeinrichtung 9 geführt, wobei die gebogene Kontur des Werkstückes 1 über die Messeinrichtung 9 verfahren wird. Hierdurch wird ein Sollzustand des gebogenen Werkstückes 1 ermittelt und mit einem hinterlegten Ist-Wert und/oder Toleranzfeld verglichen. Weicht der Ist-Wert vom Soll-Wert unzulässig ab, so kann das Werkstück 1 mittels des Roboters 3 wieder der Biegeeinheit 7 zum Nachbiegen und Kometurbiegen zugeführt werden. Anschließend erfolgt eine weitere Kontrolle des gebogenen bzw. verformten Werkstückes 1 in der Messeinrichtung 9. Erst nach Übereinstimmung von Soll-Wert zum Ist-Wert wird dann das verformte bzw. gebogene Werkstück 1 der Ablage 8 zugeführt bzw. an diese übergeben.

Positionszahlenliste

20 [0034]

1	Werkstück	34	67	
2	Vorratsbehältnis	35	68	
3	Roboter	38	69	
4	Roboterarm	37	70	
5	Greifeinrichtung	38	71	
6	Biegevorrichtung	39	72	
7	Biegeeinheit	40	73	
8	Ablage	41	74	
9	Messeinrichtung	42	75	
10		43	76	
11		44	77	
12		45	78	
13		46	79	
14		47		
15		48		
16		49	R ₁	Anlage
17		50	R ₂	Anlage
18		51		
19		52	X	Richtung
20		53	Y	Richtung
21		54		
22		55		
23		56		
24		57		
25		58		

EP 1 651 387 B1

(fortgesetzt)

6	26	59			
	27	60			
	28	61			
	29	62			
10	30	63			
	31	64			
	32	65			
	33	66			

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Biegen von Werkstücken (1), insbesondere von Rohren, Drähten, Stangenmaterialien, Halbzeugen, Blechen od- dgl. mit zumindest einer Biegeeinrichtung (8), wobei zumindest ein Roboter (3) das zu verformende Werkstück (1) aufnimmt und der zumindest einen Biegeeinrichtung (8) zum Biegen zuführt, wobei die zumindest eine Biegeeinrichtung (8) ortsfest gegenüber einem Untergrund angeordnet ist und der zumindest eine Roboterarm (4) das Werkstück (1) der zumindest einen Biegeeinrichtung (8) bzw. dessen Biegeköpfen permanent oder schubweise zum Biegen zuführt, und der Roboter (3) das Werkstück (1) während dem Zuführen in die zumindest eine Biegeeinrichtung (8) während des Biegens festhält und zum weiteren Biegen der zumindest einen Biegeeinrichtung (8) weiter zuführt und das Werkstück (1) radial verdreht, und in der Biegeeinrichtung das Werkstück (1) unter permanenter oder schubweiser Zufuhr mittels des Roboters gebogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboter (3) permanent das Werkstück (1) der zumindest einen Biegeeinrichtung (8) zuführt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Roboterarm (4), insbesondere dessen Greifeinrichtung (5) des zumindest einen Roboters (2) das Werkstück (1) aufnimmt und der zumindest einen Biegeeinrichtung (8) direkt bzw. deren Biegekopf direkt zuführt.
35. 4. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboterarm (4) das Werkstück (1) schubweise der zumindest einen Biegeeinrichtung (8) zuführt und an entsprechenden Biegestellen die Biegeeinrichtung (8) das Werkstück (1) verformt, wobei während des Verformens ggf. der Roboterarm (4), insbesondere die Greifeinrichtung (5) durch Umgreifen das Werkstück (1) an einer anderen beliebigen Stelle ggf. auch im fertiggestellten Bereich zum weiteren Zuführen des Werkstückes (1) in die zumindest eine Biegeeinrichtung (8) aufnimmt.
45. 5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Roboter (3), insbesondere die zumindest eine Greifeinrichtung (5) des Roboters (5) das Werkstück (1) aufnimmt und zum Verformen von unterschiedlichen Radien, Mäander, Winkel etc. einer Mehrzahl von Biegeeinrichtungen (8) zuführt, wobei ggf. in der Greifeinrichtung (5) das Werkstück (1) radial drehbar ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Biegeeinrichtungen (8), Rollbiegeköpfe, Rechts-/Linksbiegeköpfen, sowie Biegeeinrichtungen mit Domeinrichtungen, Abkantsinrichtungen ad, dgl. verwendet werden.
50. 7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Roboter (3), insbesondere Roboterarm (4) das Werkstück (1) aus einem Vorratsbehältnis (2) entnimmt, der Biegeeinrichtung (8) zum Verformen oder Biegen zuführt und nach dem Biegen zur weiteren Bearbeitung einer Ablage (8) zuführt, wobei dieser danach erneut aus dem Vorratsbehältnis (2) ein zu verformendes oder zu biegendes Werkstück (1) entnimmt.
55. 8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Roboter (3) nach dem Verformen oder Biegen eines Werkstückes (1) dieses entlang einer Messeinrichtung (9) führt, um die Verformungen oder Biegungen als Soll-Wert zu erfassen, wobei bei einem Vergleich mit einem hinterlegten

EP 1 651 387 B1

und ausgewählten Soll-Wert eine Fertigungskontrolle durchgeführt wird und ggf. ein Nachverformen oder Nachbiegen in der zumindest einen Biegeeinrichtung (8) durch Zurückführen, das Werkstückes (1) mittels des Roboters (3) zur zumindest einen Biegeeinrichtung (8) erfolgt.

5 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach einem Nachbiegen oder Nachverformen des Werkstück (1) mittels des Roboters (3) erneut der Messeinrichtung (9) zugeführt wird und erst nach Übereinstimmung zwischen Soll-Wert und Ist-Wert bzw. mit den vorgegebenen Toleranzbereichen, das Werkstück (1) der Ablage (8) oder einer Weiterbearbeitung zugeführt wird.

10 10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Ablage (8) bzw. zur Weiterbearbeitung das Werkstück (1) auch einem weiteren Roboter, einem Fließband, einer Maschine, einem Vorratsbehältnis od. dgl. übergeben wird.

15 11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboter (3) das Werkstück (1) aufnimmt und in wählbaren Bereichen, die verformt werden, direkt der Biegevorrichtung (8), bzw. direkt dessen Biegeköpfe zuführt, nach dem Verformen entnimmt und weiteren Bereichen, ggf. Endbereichen zum weiteren Bearbeiten bzw. Verformen des Werkstückes (1) zuführt, wobei nach deren vollständigen Bearbeiten des Werkstückes (1) der Roboter (3), insbesondere dessen Greifteinrichtung (5) das Werkstück (1) dem Abtransport oder einer weiteren Bearbeitung zuführt.

20 12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Biegeeinheit (7), insbesondere die Biegevorrichtung (6) manuell und/oder automatisch gegenüber der Lage des Roboters (3) verfahrbar ist.

25 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Biegeeinheit (7), insbesondere die Biegevorrichtung (6) automatisch ggf. über einen Kreuzschlitten, ein Linearsystem in einer wählbaren Richtung oder entlang eines wählbaren Führungssystems gegenüber der Lage des Roboters (3) verfahrbar ist, wobei die entsprechenden Ortskoordinaten an den Roboter (3) übermittelt werden.

30 **Claims**

1. Method of bending workpieces (1), in particular pipes, wires, bar stock, semi-finished products, metal sheets or the like by means of at least one bending device (8), wherein
35 by means of at least one robot (3) the workpiece (1) to be shaped is picked up and fed to the at least one bending device (8) for bending, wherein the at least one bending device (8) is disposed in a stationary manner relative to a base and the at least one robot arm (4) feeds the workpiece (1) to the at least one bending device (8) and/or to bending heads thereof continuously or in batches for bending, and the robot (3) holds the workpiece (1) fast during feeding into the at least one bending device (8) during bending and for further bending effects further feeding of the workpiece to the at least one bending device (8) and radially rotates the workpiece (1), and in the bending device the workpiece (1) is bent while being fed continuously or in batches by means of the robot.

2. Method according to claim 1, characterized in that the robot (3) continuously feeds the workpiece (1) to the at least one bending device (8).

45 3. Method according to claim 1 or 2, characterized in that by means of a robot arm (4), in particular a gripping device (5) of the robot arm of the at least one robot (2), the workpiece (1) is picked up and fed directly to the at least one bending device (8) and/or directly to the bending head thereof.

50 4. Method according to at least one of claims 1 to 3, characterized in that the robot arm (4) feeds the workpiece (1) in batches to the at least one bending device (8) and the bending device (8) shapes the workpiece (1) at appropriate bending points, wherein during the shaping operation optionally the robot arm (4), in particular the gripping device (5) by engaging round the workpiece (1) picks up the workpiece (1) at any desired other point optionally also in the finished region for further feeding of the workpiece (1) into the at least one bending device (8).

55 5. Method according to at least one of claims 1 to 4, characterized in that by means of the at least one robot (3), in particular the at least one gripping device (5) of the robot arm (5), the workpiece (1) is picked up and fed to a plurality of bending devices (8) for the shaping of different radii, meanders, angles etc., wherein optionally the workpiece (1)

EP 1 651 357 B1

Is radially rotatable in the gripping device (5).

6. Method according to claim 5, characterized in that as bending devices (8) rolling bending heads, right- and left-hand bending heads, as well as bending devices with mandrel devices, folding devices or the like are used.
- 5 7. Method according to at least one of claims 1 to 6, characterized in that by means of the at least one robot (3), in particular robot arm (4) the workpiece (1) is removed from a storage receptacle (2), fed to the bending device (8) for shaping or bending and, after bending, fed for further machining to a deposit point (8), after which the robot arm then once more removes from the storage receptacle (2) a workpiece (1) that is to be shaped or bent.
- 10 8. Method according to at least one of claims 1 to 7, characterized in that the at least one robot (3) after shaping or bending of a workpiece (1) conveys the workpiece along a measuring device (9) in order to acquire the shapes or bends as a setpoint value, wherein during a comparison with a stored and selected setpoint value an in-process inspection is carried out and optionally a re-shaping or re-bending operation is carried out in the at least one bending device (6) by returning the workpiece (1) by means of the robot (3) to the at least one bending device (8).
- 15 9. Method according to claim 8, characterized in that after a re-bending or re-shaping operation the workpiece (1) is fed by means of the robot (3) to the measuring device (9) once more and it is only after a correspondence between setpoint value and actual value and/or with the defined tolerance ranges that the workpiece (1) is fed to the deposit point (8) or for further machining.
- 20 10. Method according to at least one of claims 1 to 7, characterized in that as a deposit point (8) and/or for further machining the workpiece (1) is also transferred to a further robot, an assembly line, a machine, a storage receptacle or the like.
- 25 11. Method according to at least one of claims 1 to 10, characterized in that by means of the robot (3) the workpiece (1) is picked up and fed in selectable regions, which are shaped, directly to the bending device (6), and/or directly to bending heads thereof, after the shaping operation is removed and fed to further regions, optionally end regions for further machining and/or shaping of the workpiece (1), wherein upon completion of machining of the workpiece (1) the robot (3), in particular the gripping device (5) thereof feeds the workpiece (1) to the discharge device or for further machining.
- 30 12. Method according to at least one of claims 1 to 11, characterized in that the bending unit (7), in particular the bending device (6) is displaceable manually and/or automatically relative to the position of the robot (3).
- 35 13. Method according to claim 12, characterized in that the bending unit (7), in particular the bending device (6) is displaceable automatically optionally by means of a cross slide rest, a linear system in a selectable direction or along a selectable guide system relative to the position of the robot (3), wherein the corresponding location coordinates are communicated to the robot (3).
- 40

Revendications

1. Procédé de cintrage de pièces à usiner (1), en particulier de tubes, fils, matériaux en barre, demi-produits, tôles ou similaires à l'aide d'au moins un dispositif de cintrage (8),
45 au moins un robot (3) recevant la pièce à usiner (1) à déformer et l'amenant vers l'au moins un dispositif de cintrage (8), l'au moins un dispositif de cintrage (8) étant disposé stationnaire par rapport à un sol et l'au moins un bras de robot (4) amenant la pièce à usiner (1) en permanence ou de manière discontinue vers l'au moins un dispositif de cintrage (8) ou ses têtes de cintrage, en vue du cintrage, et le robot (3) maintenant la pièce à usiner (1) pendant l'amenée vers l'au moins un dispositif de cintrage (8) pendant le cintrage et l'avancant davantage vers l'au moins un dispositif de cintrage (8) pour continuer le cintrage et faisant tourner la pièce à usiner (1) radialement, et la pièce à usiner (1) étant cintrée dans le dispositif de cintrage tandis qu'elle est amenée en permanence ou de manière discontinue au moyen du robot.
- 55 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le robot (3) amène la pièce à usiner (1) en permanence vers le dispositif de cintrage (8).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'un bras de robot (4), en particulier le dispositif

EP 1 651 367 B1

de saisie (5) de l'au moins un bras de robot (4), reçoit la pièce à usiner (1) et l'amène directement à l'au moins un dispositif de cintrage (6) ou directement à sa tête de cintrage.

4. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que le bras de robot (4) amène la pièce à usiner (1) de manière discontinue vers l'au moins un dispositif de cintrage (6) et que le dispositif de cintrage (6) déforme la pièce à usiner (1) à des endroits de cintrage correspondants, en particulier que le dispositif de saisie (5) reçoit la pièce à usiner (1) en l'entourant à un autre endroit quelconque ou également dans la zone fine pour continuer l'aménée de la pièce à usiner (1) vers l'au moins un dispositif de cintrage (6).
5. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que l'au moins un robot (3), en particulier l'au moins un dispositif de saisie (5) du bras de robot (4), reçoit la pièce à usiner (1) et l'amène, pour déformation de différents rayons, méandres, angles, etc., vers une pluralité de dispositifs de cintrage (6), la pièce à usiner (1) pouvant éventuellement tourner radialement dans le dispositif de saisie (5).
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait que comme dispositifs de cintrage (6) sont utilisés des têtes de cintrage à rouleau, des têtes de cintrage à droite/à gauche, ainsi que des dispositifs de cintrage à mandrin, des dispositifs à chanfreiner ou autres.
7. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que l'au moins un robot (3), en particulier bras de robot (4), prélève la pièce à usiner (1) d'un réservoir (2), l'amène au dispositif de cintrage (6) pour déformation ou cintrage et l'amène, après le cintrage, à un dépôt (8) pour traitement ultérieur, celui-ci prélevant ensuite à nouveau du réservoir (2) une pièce à usiner (1) à déformer ou à cintrer.
8. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que l'au moins un robot (3) conduit, après la déformation ou le cintrage d'une pièce à usiner (1), celle-ci le long d'un dispositif de mesure, pour détecter les déformations ou cintrages comme valeur de consigne, lors d'une comparaison avec une valeur de consigne enregistrée et sélectionnée étant effectué un contrôle de fabrication et ayant éventuellement lieu une déformation ultérieure ou un cintrage ultérieur dans l'au moins un dispositif de cintrage (6) en retournant la pièce à usiner (1) au moyen du robot (3) vers l'au moins un dispositif de cintrage (6).
9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé par le fait que, après une déformation ultérieure ou un cintrage ultérieur, la pièce à usiner (1) est à nouveau amenée, au moyen du robot (3), vers le dispositif de mesure (9) et que ce n'est qu'après coïncidence entre valeur de consigne et valeur réelle ou avec les plages de tolérances prédéterminées que la pièce à usiner (1) est amenée vers le dépôt (8) ou un traitement ultérieur.
10. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que, comme dépôt (8) ou pour le traitement ultérieur, la pièce à usiner (1) est également transmise à un autre robot, une bande transporteuse, une machine, un réservoir ou autre.
11. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que le robot (3) reçoit la pièce à usiner (1) et l'amène, à des zones sélectionnables qui sont déformées, directement vers le dispositif de cintrage (6), ou directement vers ses têtes de pliage, la sort après la déformation et amène d'autres zones, éventuellement des zones d'extrémité, pour traitement, ou déformation, ultérieur de la pièce à usiner (1), le robot (3), en particulier son dispositif de saisie (5), amenant, après traitement complet de la pièce à usiner (1), la pièce à usiner (1) vers le transport d'évacuation ou un autre traitement.
12. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que l'unité de cintrage (7), en particulier le dispositif de cintrage (6), peut être déplacée manuellement et/ou automatiquement par rapport à la position du robot (3).
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé par le fait que l'unité de cintrage (7), en particulier le dispositif de cintrage (6), peut être déplacée automatiquement, éventuellement par l'intermédiaire d'un coulisseau en croix, un système linéaire, dans une direction sélectionnable ou le long d'un système de guidage sélectionnable, par rapport au robot (3), les coordonnées locales correspondantes étant transmises au robot (3).